

Requested Patent: JP1264556A

Title: DC BRUSHLESS MOTOR ;

Abstracted Patent: JP1264556 ;

Publication Date: 1989-10-20 ;

Inventor(s): YONEZAWA EIICHI ;

Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD ;

Application Number: JP19880090696 19880413 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H02K29/08 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To suppress decreases in starting torque and mean torque and to reduce torque ripples by mounting a magnetic piece near one armature winding of inner and outer windings substantially at the same mounting angle as that of a position detector.

CONSTITUTION: A circular-arc magnetic piece 9 is mounted on a printed board 10 on which a Hall element 8 is mounted at the bore side of the Hall element 8. In case of an outer rotor motor, the radial mounting position of the piece 9 is effective to be mounted between the outer periphery of an armature core 3 and an armature winding 4 radially inside from the element 8, and an armature magnetic field is absorbed to the piece 9.

⑫ 公開特許公報(A) 平1-264556

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)10月20日

H 02 K 29/08

7052-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 DCブラシレスモータ

⑯ 特 願 昭63-90696

⑰ 出 願 昭63(1988)4月13日

⑱ 発 明 者 米 沢 栄 一 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 DCブラシレスモータ

2. 特許請求の範囲

1) 永久磁石回転子とこの永久磁石回転子の回転位置を磁気的に検出する位置検出素子とを有しその検出出力に応じて複数の電機子巻線に順次通電する構成のDCブラシレスモータにおいて、前記位置検出素子と略同一取付角上の内径側あるいは外径側のうち電機子巻線に近い一方に磁性片を設置したことを特徴とするDCブラシレスモータ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は回転子の磁極位置をホール素子等の磁気感应素子で検出し、この素子の出力信号により電機子巻線に流す電流の転流位相を制御するDCブラシレスモータに関する。

(従来の技術)

従来のこの種のDCブラシレスモータとしては、第3図より第7図の各図にその構造と関連諸特性

等とを例示するものが知られている。

DCブラシレスモータでは巻線電流の転流制御をトランジスタ等の半導体素子で行なうため必然的に電機子が固定、界磁子が回転する構成となる。転流に必要な信号を得るにはホール素子等の磁気感应素子を用いるのが一般的である。この場合固定側にホール素子を設置し、界磁永久磁石の磁界を検出してこれを転流信号に利用する。前記モータの構成は回転子が外周側に位置するアウトロータ形と内周に位置するインナロータ形とに大別できるが、転流制御に関しては全く同一原理で行なわれる。第3図は従来の一般的なアウトロータ形DCブラシレスモータの構造図であり、第3図

(a)の横断面図において、回転子1はその内周側に永久磁石2を持ち軸6に接合されている。固定子は支持体7上に取付けられる電機子鉄心3と鉄心溝(スロット)中に巻込まれる電機子巻線4とからなり、回転子1とは軸受5によって結合されている。回転子の位置検出を行なうホール素子8は通常プリント板10上に取付けられ支持体7

(1)

(2)

の上に固定される。ホール素子 8 の半径方向の取付位置は永久磁石 2 の軸方向洩れ磁界の最も大きくなる位置が選ばれる。この位置はアウトロータ形の場合永久磁石 2 の内半径に近い。巻線電流の転流制御をホール素子の出力のみで行う場合、必要なホール素子の数は巻線の相数と等しくなる。また第 3 図 (b) は 3 相ブラシレスモータの場合のプリント板上のホール素子配置図であり、3 個のホール素子を電気角で 120° の間隔で配置する。またホール素子の検出感度を上げるため支持体 7 を磁性体とするか、あるいはプリント板 10 に磁性体板を裏打ちすることが行なわれている。

次にホール素子の具体的配置を第 4 図の巻線とホール素子との取付関係図により説明する。第 4 図は 3 相 4 極 12 スロットを持つ DC ブラシレスモータのスロット位置と各相巻線とホール素子取付角との関係を示したものである。図中永久磁石 (回転子) の位置は回転角がゼロの状態を図示している。本例は 4 極モータであるから機械角 180° が電気角 360° に相当している。第 4 図におい

(3)

行われる。前記の如くホール素子 HA のゼロクロス点は電気角で 30° と 210° であり、同様に素子 HB は 150° と 330° 、素子 HC は 90° と 270° がゼロクロス点である。ホール素子 HA の出力と制御動作の関係は該素子 HA の立上りゼロクロス点 (電気角 30°) で電流 I_a を正方向に流し始め同時に電流 I_b をしゃ断する。また立下りゼロクロス点 (電気角 210°) では電流 I_a を流し始めると同時に電流 I_c をしゃ断する動作となる。

この様な制御動作が行なわれる理由は前記モータの発生するトルク曲線と深いかわりを持っている。第 5 図最下段の図は電機子巻線の 2 相に直流電流を流したときのモータ発生トルクの角度変化を示している。同図において、まず電流 I_a が負電流 I_b が正の場合前記トルクは電気角 0° にピークを持ち周期 360° の正弦波状となる。次に電流 I_a が正電流 I_b が負の場合波形は同形でピーク位置が 60° 遅れたトルク曲線となる。以下同様にして一周期 (電気角 360°) 中には 6

(5)

て巻線は全節巻 (巻線ピッチと磁極ピッチが等しい) であり、A 相巻線はスロット番号 1, 4, 7, 10 に B 相巻線は同じく 3, 6, 9, 12 に、C 相巻線は同じく 2, 5, 8, 11 に巻込まれている。この様な巻線配置ではホール素子 HA, HB, HC を各々電気角で 30° , 150° , 270° の位置に設置すれば巻線電流を制御することができる。前記各ホール素子出力による巻線電流の転流制御動作を第 5 図の転流制御とモータトルクとのタイムチャートにより説明する。第 5 図はホール素子が界磁永久磁石の磁界のみを検知したときの理想的動作を示したものである。ホール素子 HA は電気角 30° に位置するから第 4 図の永久磁石位置 (回転角 0°) では S 極磁界の出力を出している。回転角が 30° となるとホール出力は反転し、磁石ピッチ 180° を加えた 210° までは N 極磁界を出力する。回転角 210° で再び出力は反転し以後同じ動作をくり返す。

ホール素子による転流制御はホール出力が反転する角度すなわちゼロクロス点を検出することで

(4)

種の正弦波状のトルク曲線が描かれるが、この制御方式によれば 6 種のトルク曲線のうち最も大きなトルクを発生する通電モードを利用していることになり、図の太線で示したトルクがモータの発生トルクとなる。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら上記従来方式において各ホール素子はモータ電機子電流による磁界の影響を受け易く、各ホール素子出力によるモータ制御の結果モータ出力トルクの平均値の低下とリップルの増大とを招き、これらは特にモータ起動時に顕著であった。この現象は下記理由による。すなわち前記各ホール素子はそれぞれの感度を上げるためにできるだけ磁石磁界の強い位置に置かれるのが望ましい。この位置はアウトロータ形の場合磁石内径近傍であるが、この位置はまた電機子鉄心および巻線からも近く電機子磁界の影響を受けやすい。特に起動時は定格の 5~10 倍の電流を流す必要があるため影響は無視できない。第 6 図ホール素子周辺の磁束分布図は起動時の電機子電流の影響

(6)

がホール素子にどの程度加わるかの計算結果例である。第6図(a)は永久磁石が発生する磁界を描いた磁束線図であり大部分の磁束は電機子鉄素子を通して有効磁束として利用されるが、一部はプリント板方向に洩れてくる。ホール素子8はこの洩れ磁束を検出する。第6図(b)は電機子巻線に起動電流が流れたときの磁束線図であり電機子電流のみの影響をみるため前記永久磁石は着磁されていないとした場合の計算結果である。該永久磁石の透磁率は空気中とほとんど変わらないため電機子磁界は周辺に広く拡がる分布となる。第6図(c)は前記計算結果からプリント板10に垂直に入射する磁束成分の大きさを横軸を半径方向の位置として図示したものである。該図示例ではモータ半径の約22.8mmの所に前記ホール素子を設置しているが、この中心位置で電機子電流による磁界B_{coil}は前記永久磁石による磁界B_{mag}の52%に達する。またこの比率は前記ホール素子を半径方向に多少移動してもあまり変わらない。

さて起動時の電機子電流による磁界B_{coil}が界

(7)

位相遅れ分の角度 δ だけずらして設置する方法がとられていた。しかし図示の遅れ角 δ は起動時のものであり、これに合わせて前記ホール素子を設置したのでは定格負荷時には逆に前記ホール素子のゼロクロス点が進んでしまうことになり、トルクリップル等の改善には不充分であった。これに鑑み本発明は磁極位置検出用の各ホール素子に加わる電機子磁界の影響を低減し、起動トルクと平均トルクとの低下を抑え、トルクリップルの低減を図ったDCブラシレスモータを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、この発明によれば、DCブラシレスモータの回転子の回転角度検出用ホール素子の近辺の適当な位置に前記モータの電機子電流による磁束に対する磁束シャントを設けるものとする。すなわち永久磁石回転子とこの永久磁石回転子の回転位置を磁氣的に検出する位置検出素子とを有しその検出出力に応じて複数の電機子巻線に順次通電する構成のDCブラシレスモ

(9)

磁磁界B_{mag}の約50%に達した場合に転流制御にどのような影響が出るかを第7図の転流制御とモータトルクとのタイムチャートで説明する。

まず第4図においてホール素子HAの取付位置はB相巻線の中心位置とほぼ一致していることから、ホール素子HAはB相巻線電流I_bの影響を最も強く受けることがわかる。同様にホール素子HB、HCはそれぞれ電流I_c、I_aの影響を最も強く受けることになる。第7図のホール出力は界磁磁界に最も影響を受ける相の電流による磁界が加った状態を図示したものである。これを図中の点線で示した理想状態のホール出力と比較すると、どのホール出力も立上り立下りのゼロクロス点に角度 δ だけの位相遅れが生じている。これは結局巻線電流の転流位相を遅らすことになり図示する様にモータトルクに落込みの部分が見れる。この結果平均発生トルクが低下しトルクリップルは増大するなどモータ性能に悪影響が見れる。

従来この電機子磁界の影響を避ける方法としてホール素子の取付角度をあらかじめ予想した出力

(8)

タにおいて、前記位置検出素子と略同一取付角上の内径側あるいは外径側のうち電機子巻線に近い一方に磁性片を設置するものとする。

〔作用〕

一般に磁界における磁束分布は磁束に対する磁路の磁気抵抗により変化し、磁束量は磁気抵抗に逆比例する。従って前記磁界中の特定物体を通過する磁束量を低減させるためには該特定物体の近辺に磁気抵抗のより小なる物体を磁束シャントとして設置すればよい。本発明においては、前記モータの電機子電流による磁界にさらされる前記ホール素子の近辺で且つ前記モータの界磁極である永久磁石による磁界の磁束分布に大きな影響を与えぬ適当な位置に前記磁束シャントとして磁性片を配置し、前記モータ電機子電流による磁束の前記ホール素子通過量の減少を図っている。

〔実施例〕

以下この発明の実施例を図面により説明する。第1図はこの発明の実施例を示すアウタロータ形DCブラシレスモータの構造図であり、同図(a)

(10)

はその横断面図、同図 (b) はその固定子側プリント板上のホール素子配置図である。第 2 図は第 1 図における前記ホール素子周辺の磁束分布図であり、同図 (a) は永久磁石による磁束分布図、同図 (b) は前記モータの電機子巻線電流による磁束分布図、同図 (c) は前記プリント板上の磁束密度図である。なお第 1 図と第 2 図においては第 3 図と第 6 図とにそれぞれ示す従来技術の実施例の場合と同一機能の構成要素又は同一内容の指標に対しては同一の表示符号を附している。第 1 図 (a) は第 3 図 (a) の横断面図において円弧状の磁性片 9 をホール素子 8 の取付けられるプリント板 10 上で該ホール素子 8 の内径側に設置したものである。また磁性片 9 の半径方向の取付け位置は、アウトロータ形モータの場合、ホール素子 8 より内径側で且つ電機子鉄心 3 の外径と電機子巻線 4 との間とすることが有効であり、更に円周方向の取付け位置は、磁束分布の平衡を乱さぬために、ホール素子 8 の取付角を中心に前後対称となすことが良い。次に前記の如く磁性片 9 を設置

(11)

の磁性片に吸収されることになりホール素子に加わる電機子磁界の影響を大巾に低減することができる。この結果起動時の転流位相の遅れは少なくなり、起動トルクの低下とトルクリップルの増大を防ぐことができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の実施例を示すアウトロータ形 DC ブラシレスモータの構造図、第 2 図は第 1 図におけるホール素子周辺の磁束分布図、第 3 図から第 7 図までの各図は従来技術に対応するものであり、第 3 図は第 1 図に対応する構造図、第 4 図は巻線とホール素子との取付関係図、第 5 図は電機子磁界が無視できる場合の転流制御とモータトルクとのタイムチャート、第 6 図は第 2 図に対応する磁束分布図、第 7 図は電機子磁界が加った時の転流制御とモータトルクとのタイムチャートである。

1 … 回転子、2 … 永久磁石、3 … 電機子鉄心、
4 … 電機子巻線、5 … 軸受、6 … 軸、7 … 支持体、
8 … ホール素子、9 … 磁性片、10 … プリント板、

(13)

した場合の効果を第 2 図の磁束分布図により説明する。第 2 図 (a) と (b) とはそれぞれ磁性片 9 を設置した場合の永久磁石 2 のみによる磁束分布と電機子巻線 4 に通電する電機子電流のみによる磁束分布とを示す。第 2 図を従来例である第 6 図と比較すると、界磁磁束の分布には大きな変化はないが電機子磁束はかなりの部分が磁性片 9 および該磁性片 9 を取付けたプリント板 10 を通り、ホール素子 8 に加わる成分が低減されている。第 2 図 (c) は第 6 図 (c) と同様にプリント板 10 上に垂直に入射する磁束成分の磁束密度を示したものである。これによれば磁性片 9 の設置によりホール素子 8 の中心位置での電機子磁界 B_{coil} は界磁磁界 B_{mag} の 26% に低減されている。これは従来例に対し電機子磁界の影響を $1/2$ に低減できたことを示す。

(発明の効果)

この発明によればホール素子の近傍で且つ電機子巻線に近い位置に磁束ジャントとして作用する磁性片を設置したので、主として電機子磁界がこ

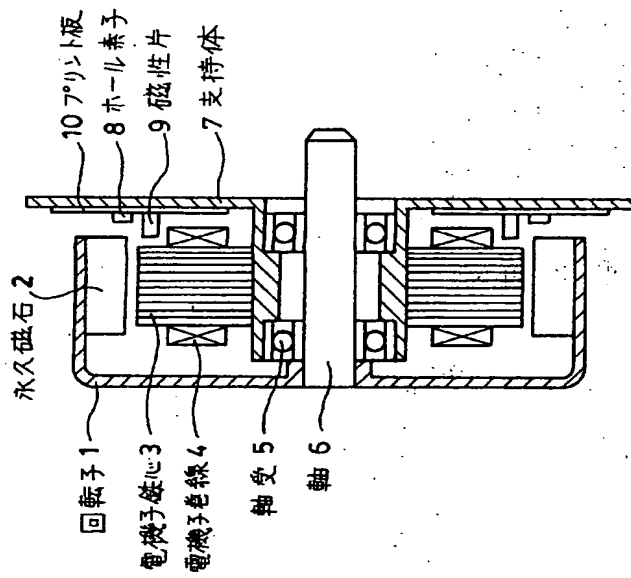
(12)

B_{coil} … 電機子電流による磁界の磁束密度、 B_{mag} … 永久磁石による磁界の磁束密度。

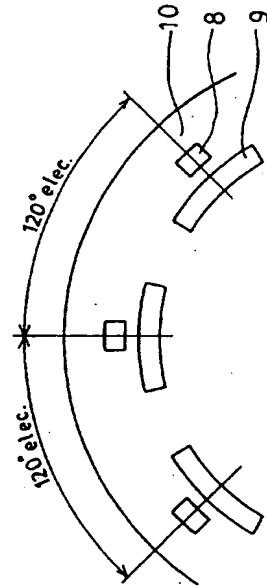
代理人弁理士 山口 巖



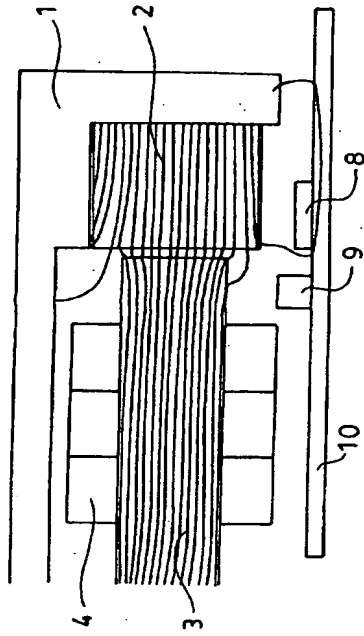
(14)



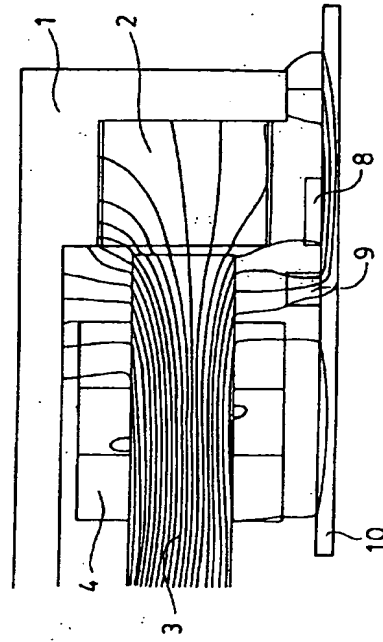
第 1 図 (a)



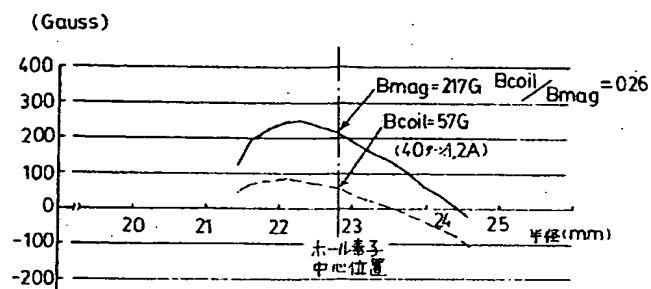
第 1 図 (b)



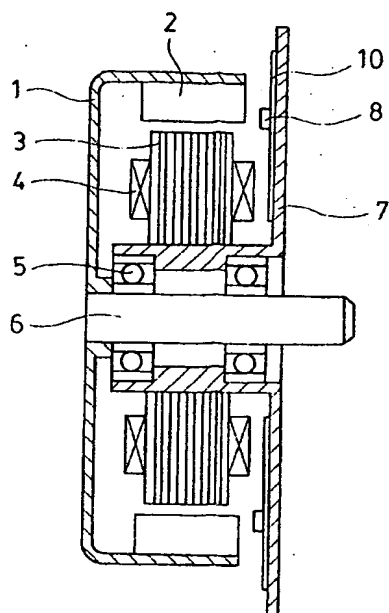
第 2 図 (a)



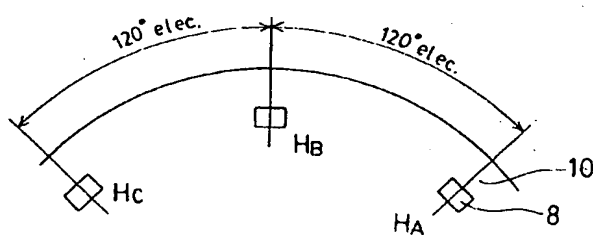
第 2 図 (b)



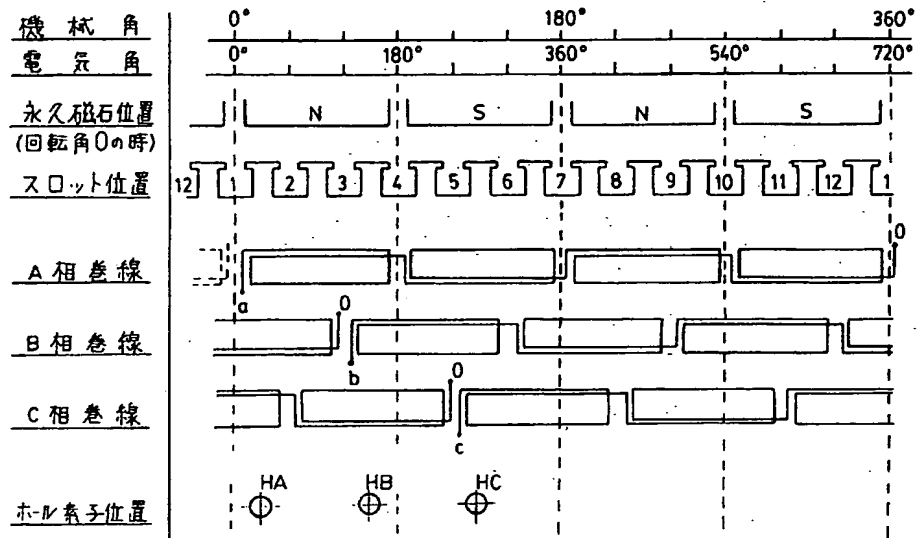
第 2 図 (c)



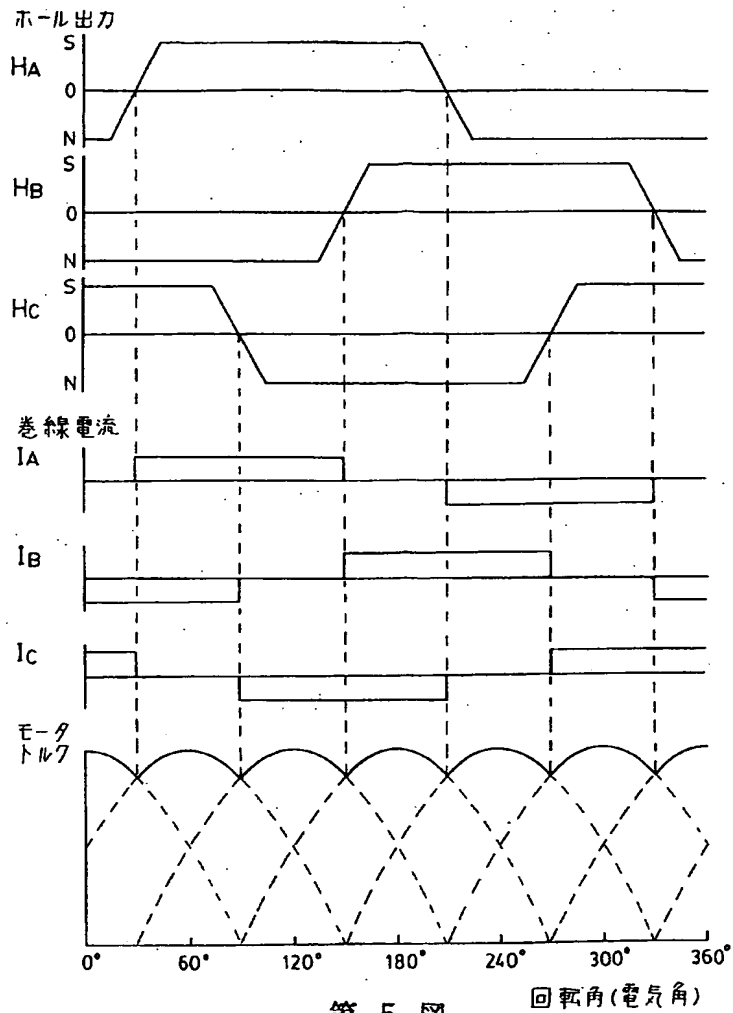
第 3 図 (a)



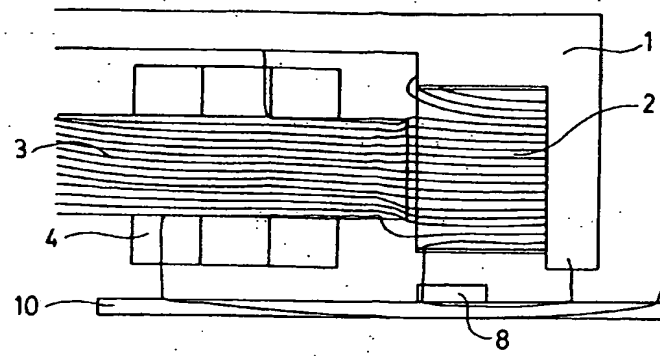
第 3 図 (b)



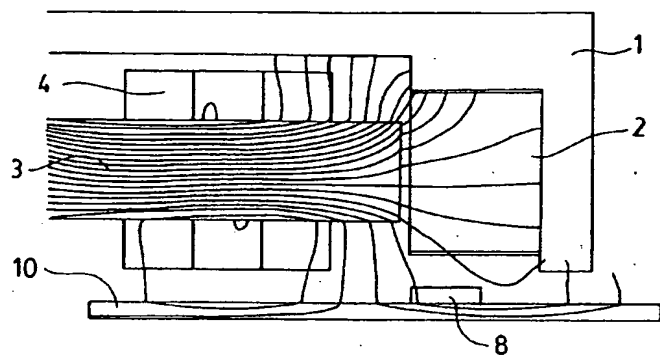
第 4 図



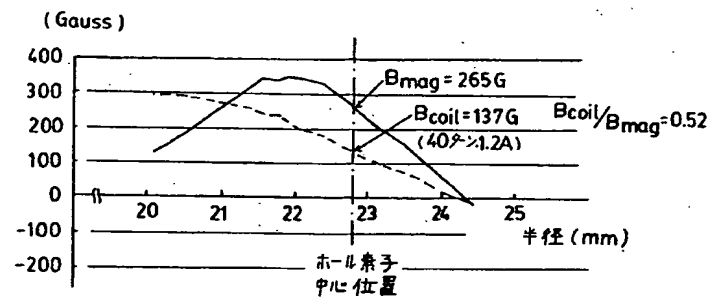
第 5 図



第 6 図 (a)



第 6 図 (b)



第 6 図 (c)

